

PCT/EP 02/14780  
**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

10 Rec'd PCT/76 28 JUN 2004

10/500320

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 02 APR 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 101 64 480.9

**Anmeldetag:** 29. Dezember 2001

**Anmelder/Inhaber:** SCHUMACHER Umwelt- und Trenntechnik GmbH,  
Crailsheim/DE

**Bezeichnung:** Filterelement

**IPC:** B 01 D 53/86

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. März 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

best

S 2318

28. Dez. 2001

me/hue

G:\WBFUL\FUPWPT\ALL3812

SCHUMACHER Umwelt- und Trenntechnik GmbH

Zur Flügelau 70  
74564 Crailsheim

---

Filterelement

---

## Filterelement

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Filterelement gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die Reduktion von Stickoxiden aus Gasen wird durch selektive Reaktion der Stickoxide mit den Reduktionsmitteln in Feststoffkatalysatoren durchgeführt. Damit eine hinreichend große katalytische Aktivität erreicht wird und um die Salzablagerung auf der Katalysatoroberfläche auszuschließen, die zu einer Deaktivierung des Katalysators führt, sind entsprechend hohe Gastemperaturen erforderlich. Beispielsweise werden Reduktionskatalysatoren zur Rauchgasreinigung in Kraftwerken im Rauchgasstrom zwischen Kessel und Luftvorwärmer bei Temperaturen von etwa 300°C bis 350°C eingesetzt.

Das keramische Katalysatormaterial wird dabei zumeist in Form von starren Platten oder von Wabenkörpern, teilweise aber auch in Form von Schüttschichten, angeordnet.

Bei den sogenannten Low-Dust-Verfahren schaltet man den Wabenkörpern oder Plattenkatalysatoren ein Heißgaselektrofilter zur weitgehenden Abtrennung des Staubes vor. Bei den sogenannten High-Dust-Verfahren passiert das Gas ohne vorherige Entstaubung den mit einem Katalysator gefüllten Reaktor. Die einzelnen Katalysatorelemente müssen über entsprechend große freie Strömungskanäle für das Gas verfügen, um Verstopfungen zu vermeiden.

Den genannten Verfahrensvarianten ist gemeinsam, daß für die Stickoxidabscheidung zusätzlich zu den bereits bestehenden Apparaten und Einrichtungen zur Niederschlagung von anderen Schadstoffkomponenten weitere voluminöse und aufwendige Apparate hinzukommen. Eine derart aufwendige Gasreinigungstechnik wird insbesondere dann nachteilig, wenn es um die Behandlung vergleichsweise kleiner Gasströme geht.

Es wird daher in der DE 36 34 360 vorgeschlagen, daß die stickoxidhaltigen Gase mit dem Reduktionsmittel gemischt und daß die Mischung durch mindestens ein katalytisch wirkendes Filterelement geleitet wird, das aus einem keramischen Trägermaterial und den katalytisch wirksamen Substanzen besteht. Das katalytisch wirkende Filterelement wird auch zur Entstaubung der stickoxidhaltigen Gase verwendet. Das Filterelement besteht entweder aus Filzen oder Vliesen, die aus Fasern des keramischen Trägermaterials durch Verdichtung hergestellt und mit den katalytisch wirkenden Substanzen dotiert worden sind, oder aus porösen Sinterkörpern, die aus Granalien des keramischen Trägermaterials durch Sintern hergestellt und mit den katalytisch wirkenden Substanzen dotiert worden sind. Das Filterelement kann die Form einer Filterkerze aufweisen. Das Dotieren des keramischen Trägermaterials in den katalytisch wirkenden Substanzen erfolgt dadurch, daß diese Substanzen vor, während oder nach der Herstellung der Filze, Vliese oder Sinterkörper auf das keramische Trägermaterial aufgebracht werden. Dies kann beispielsweise durch Tränken der Filterelemente mit Salzlösung und anschließendes Erhitzen der mit den Salzen dotierten Filterelemente erfolgen.

Aus der DE 37 05 793 ist eine Filtervorrichtung zur Gasreinigung bekannt, die einen einzigen rohrförmigen Körper aus hitzebeständiger Schaumkeramik aufweist, der gleichzeitig als Staubfilter und mit entsprechender Beschichtung als Katalysator wirksam ist.

In der EP 0 470 659 wird ein Verfahren zur Abtrennung von Staub und organischen Verbindungen aus sauerstoffhaltigen Gasen, insbesondere aus Verbrennungsabgasen, beschrieben. Hierbei wird das zu reinigende Abgas durch mindestens ein katalytisch wirkendes Filterelement geleitet, das aus einem keramischen Trägermaterial und den katalytisch wirksamen Substanzen zusammengesetzt ist. Das Filterelement kann aus einem porösen Sinterkörper bestehen, der aus Granalien des keramischen Trägermaterials durch Sintern hergestellt und mit den katalytisch wirkenden Substanzen dotiert worden ist.

Die WO 9012950 beschreibt einen Dieselmufffilter, der aus Wabenkörpern besteht, von dem die ersten Wabenkörper mit einer ersten Oberflächenschicht versehen sind, die in ansich bekannter Weise katalytisch die Umsetzung von Stickoxiden und Kohlenmonoxid zu Stickstoff bzw. Kohlendioxid bewirken, während die zweiten Wabenkörper mit einer zweiten Oberflächenschicht versehen sind und die in ansich bekannter Weise katalytisch eine Herabsetzung der Zündtemperatur des hier anhaftenden Rußes bewirken.

Aus der WO 9803249 ist eine Gasreinigungsvorrichtung in Form einer Filterkerze bekannt. Die Filterkerze weist an der Außenseite eine Membranschicht aus ultrafeinen Siliziumkarbidteilchen auf, um Staubpartikel herauszufiltern. In Strömungsrichtung nach innen folgt eine katalytisch wirksame Schicht aus gesinterem Siliziumkarbidpulver. Als Katalysator ist eine Vanadium-Titan-Verbindung vorgesehen, mit der der Siliziumkarbidfilter imprägniert ist. Die Filterkerze wird durch eine nachträgliche Beschichtung eines porösen Elementes hergestellt, was den Nachteil hat, daß die poröse Schicht nicht durchgehend gleichmäßig im Porenraum aufgebracht werden kann und somit keine homogene Verteilung des Katalysatormaterials gegeben ist. Zusätzlich besteht das Problem der Haftung der aufgetragenen Schicht auf den Siliziumkarbidpartikeln, wobei erschwerend hinzu kommt, daß im Bereich der Heißgasfiltration Temperaturwechselbeanspruchungen auftreten, die ein Ablösen der Beschichtung unterstützen können.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Filterelement bereitzustellen, das auf einfache Weise an die jeweilige Filtrationsaufgabe anpaßbar ist und bei dem möglichst nicht die Gefahr besteht, daß sich die katalytisch wirkenden Komponenten aus dem Filter ablösen.

Die Aufgabe wird durch ein Filterelement gemäß Anspruch 1 gelöst.

Das Filterelement ist dadurch gekennzeichnet, daß der Innenraum des Formkörpers unter Freilassung eines Strömungskanals teilweise mit Katalysatormaterial oder mit Katalysatormaterial beschichtetem Material ausgefüllt ist.

Unter Formkörper wird ein herkömmlicher poröser Formkörper, insbesondere ein keramischer Formkörper verstanden, der eine poröse Stützstruktur und auf der Unfiltratseite eine poröse Membranschicht aufweist. Solche bekannten Formkörper werden bevorzugt auch beim erfindungsgemäßen Filterelement verwendet, wobei das Filterelement jedoch nicht auf solche Formkörper beschränkt ist.

Für die Membranschicht wird als Standardmaterial Mullitkorn verwendet, wobei aber auch andere Materialien zum Einsatz kommen können. Generell sind alle keramischen Oxide, Nitride und Karbide geeignet.

Die Membranschicht kann auch eine aus mehreren Schichten aufgebaute asymmetrische Membranschicht sein. Die Membranschichtdicke kann bis zu 200  $\mu\text{m}$  betragen, wobei die Porengröße bei 0,05 bis 40  $\mu\text{m}$  liegen kann. Die Membranschicht wird aus gebundenem Inertkorn oder aus über Polymer-Sol-Gel-Methoden hergestellte Feinpartikel hergestellt. Als Beschichtungsmethoden kommen Besprühen, Elektrophorese, Folienguß, Schlickerguß oder die Sol-Gel-Methode in Frage.

Das teilweise Ausfüllen des Innenraums des Formkörpers mit Katalysatormaterial oder mit Katalysatormaterial beschichtetem Material hat den Vorteil, daß einheitliche vorgefertigte Formkörper für die Herstellung von Filterelementen verwendet werden können, die durch die Wahl des Katalysatormaterials, d.h. durch die Befüllung an die jeweilige Filtrationsaufgabe angepaßt werden können. Es wird dadurch möglich, eine Art Filterelement-Bausatz zur Verfügung zu stellen, so daß einerseits schnell auf Anwenderbedürfnisse reagiert werden kann und andererseits die Herstellkosten für Filterelemente gesenkt werden können.

Das teilweise Füllen des Innenraums der Formkörper mit einem definierten inneren Strömungskanal hat gegenüber dem vollständigen Füllen des Innenraums den Vorteil, daß eine gleichmäßige Durchströmung der Katalysatorschicht gewährleistet ist, ohne daß es zu Kurzschlußströmungen kommen kann. Beim vollständigen Befüllen ist es auch nachteilig, daß außer den Kurzschlußströmungen infolge von Randgängigkeit auch eine ungleichmäßige Durchströmung der Katalysatorschüttung zu erwarten ist. Insgesamt wird eine kontrollierte Durchströmung des Katalysatormaterials oder des mit Katalysatormaterial beschichteten Materials gewährleistet.

Die Filterelemente können unterschiedliche Bauformen aufweisen. Unter Filterelementen werden daher alle Bauformen verstanden, die beispielsweise außenseitig von dem zu filtrierenden Fluid angeströmt werden und deren Wandungen ein gegen das Unfiltrat abgeschlossenen Innenraum aufweisen, der zum Filtratraum hin geöffnet ist. Derartige Filterelemente können auch in umgekehrter Strömungsrichtung durchströmt werden, wobei jedoch die innenseitige Anströmung nicht für alle Filtrationsaufgaben gleichermaßen gut geeignet ist. Von den möglichen Bauformen von Filterelementen sind Filterkerzen, Filterzylinder und Filterkassetten bevorzugt, die nachfolgend noch eingehender beschrieben werden.

Der Einsatz der Filterelemente erstreckt sich sowohl auf die Filtration von Gasen als auch von Flüssigkeiten. Ein bevorzugtes Einsatzgebiet ist die Heißgasfiltration.

Gemäß einer ersten Ausführungsform ist in den Innenraum des Formkörpers beabstandet zur Wand des Formkörpers ein poröser oder gelochter Formkörpereinsatz eingesetzt, der den Strömungskanal freiläßt. Der Zwischenraum zwischen Formkörper und Formkörpereinsatz ist mit einer Schüttung aus Katalysatormaterial oder mit Katalysatormaterial beschichteten Material gefüllt.

Das Katalysatormaterial wird durch den Formkörper und den Formkörpereinsatz eingeschlossen, so daß die Gefahr der Herauslösung des Katalysatormaterials minimiert wird. Das Katalysatormaterial bzw. das mit Katalysatormaterial beschichtete Material, das vorzugsweise hochporös ist, wird gleichmäßig mit konstanter Schichtdicke im Innenraum angeordnet, wenn der Formkörpereinsatz an die Formgebung des Formkörpers angepaßt ist, so daß an allen Stellen während der Filtration dasselbe Filtrationsergebnis erzielt wird. Unter hochporös wird eine Porosität größer 60 % verstanden.

Der Formkörpereinsatz besteht vorzugsweise aus einem keramischen Material und insbesondere aus Aluminiumoxid, Siliziumkarbid, Titandioxid, Siliziumdioxid, Zirkoniumoxid, Kalziumaluminat und/oder Alumosilikaten. Auch Mischungen der genannten keramischen Materialien können für die Herstellung des Formkörpereinsatzes verwendet werden.

Der Formkörpereinsatz kann auch aus einem Metall wie Edelstahl, Inconel oder Hastelloy bestehen. Inconel® und Hastelloy® sind Bezeichnungen für spezielle Nickelbasislegierungen, die besondere warmfeste und korrosionsbeständige Eigenschaften aufweisen.



Wenn das Filterelement bei niedrigen Temperaturen, d.h. deutlich unter 100°C eingesetzt wird, besteht auch die Möglichkeit, den Formkörpereinsatz aus Kunststoff zu fertigen. Bevorzugte Kunststoffe, die eine entsprechende poröse Struktur aufweisen, sind Polypropylen, Polyethylen, Polyolefine, Polyamide, Polysulfon und Polycarbonat.

Der Formkörpereinsatz kann auch ein gelochter Formkörpereinsatz sein, wobei hierunter z.B. auch Siebkörper verstanden werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist in den Innenraum ein am Formkörper anliegender formstabiler Katalysatorkörper eingesetzt, der den Strömungskanal freiläßt und aus Katalysatormaterial oder mit Katalysatormaterial beschichtetem Material besteht. Der Katalysatorkörper kann z.B. aus zusammengesintertem Katalysatormaterial bestehen und ist ebenfalls wie der Formkörper porös, so daß er von dem Fluid durchströmt werden kann. Das teilweise Ausfüllen des Innenraums des Formkörpers erfolgt bei dieser Ausführungsform durch das Einsetzen eines formstabilen Katalysatorkörpers.

Das unbeschichtete Material, das sowohl bei der erstgenannten Ausführungsform in Form einer Schüttung, als auch bei der zweiten Ausführungsform in Gestalt eines Katalysatorkörpers verwendet werden kann, kann aus keramischen Fasern oder keramischen Schäumen, aus metallischen Fasern oder metallischen Schäumen sowie aus Kunststofffasern oder -schäumen bestehen. Über die Verarbeitung dieser Materialien kann festgelegt werden, ob diese Materialien als Schüttgut oder als formstabile Körper Verwendung finden.

Das Filterelement kann einen zylindrischen oder rechteckigen Formkörper mit einem einseitig geschlossenen Innenraum aufweisen, worunter sogenannte Filterkerzen und auch Filterkassetten verstanden werden können. Zylindrische

Formkörper werden hauptsächlich bei Filterkerzen und rechteckige Formkörper bei Filterkassetten eingesetzt.

Der Formkörpereinsatz kann ein ein- oder beidseitig offenes Rohr sein. Unter Rohr wird entweder ein entsprechendes Innenrohr verstanden, das beispielsweise in einer Filterkerze eingesetzt wird. Ob dieses Rohr einseitig oder beidseitig offen ist, hängt von der Bodenwand der Filterkerze ab. Wenn die Bodenwand für das Fluid undurchlässig ist, wird vorzugsweise ein beidseitig offenes Rohr als Formkörpereinsatz eingesetzt. Wenn die Bodenwand der Filterkerze an der Filtration teilnimmt, dann empfiehlt es sich, einen Formkörpereinsatz in Gestalt eines einseitig geschlossenen Rohres zu verwenden, das ebenfalls eine Bodenwand aufweist.

Auch bei einer Filterkassette, die vorzugsweise einen rechteckigen Formkörper aufweist, wird als Formkörpereinsatz ein entsprechend angepaßter Formkörpereinsatz verwendet, der allgemein ebenfalls als Rohr bezeichnet werden kann, auch wenn die axiale Länge geringer sein sollte als der Durchmesser des Rohres. Bei einem rechteckigen Formkörper wird ein entsprechend ausgebildetes rechteckiges Rohr verwendet. Da bei Filterkassetten auch die Bodenwand für die Filtration genutzt wird, weist der Formkörpereinsatz ebenfalls eine Bodenwand auf. Es wird daher ein einseitig geschlossenes Rohr als Formkörpereinsatz verwendet.

Der Katalysatorkörper, der gemäß der oben genannten zweiten Ausführungsform in einem Filterelement zum Einsatz kommen kann, besteht bei einem zylindrischen oder rechteckigen Formkörper ebenfalls aus einem ein- oder beidseitig offenen Rohr. Ob ein einseitig oder beidseitig offenes Rohr verwendet wird, hängt bei der Filterkerze von der Ausgestaltung der Bodenwand ab, wie dies zuvor beschrieben wurde. Bei Filterkassetten weist der Katalysatorkörper ebenfalls eine Bodenwand auf.

Das Filterelement kann auch ein Filterzylinder sein, der im Prinzip aus einem zylindrischen Formkörper mit einem beidseitig offenen Innenraum besteht. Der Formkörpereinsatz ist in diesem Fall ein beidseitig offenes Rohr, wobei das Rohr über entsprechende Abdeckelemente an den Stirnseiten von Rohr und Formkörper befestigt ist.

Der Katalysatorkörper, der in Filterzylindern zum Einsatz kommt, besteht daher vorzugsweise ebenfalls aus einem beidseitig offenen Rohr.

Sowohl die Formkörpereinsätze als auch die Katalysatorkörper sind in allen Ausführungsformen so ausgestaltet, daß möglichst die gesamte durch den Filterkörper vorgesehene filtrationswirksame Fläche genutzt werden kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Filterelement einen scheibenförmigen Formkörper auf, der eine Umfangswand sowie Boden- und Deckwand aufweist, die einen scheibenförmigen Innenraum umschließen, wobei in Boden- und Deckwand jeweils eine Ein- oder Auslaßöffnung vorgesehen ist. Ebenso wie bei den vorhergehenden Ausführungsformen ist der Formkörpereinsatz ein verkleinertes Abbild des scheibenförmigen Formkörpers in der Weise, daß der Formkörpereinsatz einen Strömungskanal umschließt. Dies gilt auch für einen Katalysatorkörper, der in einem solchen scheibenförmigen Formkörper zum Einsatz kommen kann. Um den Formkörpereinsatz und das Katalysatormaterial bzw. das mit Katalysatormaterial beschichtete Material in den scheibenförmigen Formkörper einbringen zu können bzw. um den Katalysatorkörper einbauen zu können, ist der Formkörper vorzugsweise in der Scheibenebene geteilt und somit zweiteilig ausgebildet.

Das Katalysatormaterial besteht aus einem oder mehreren Oxiden oder Mischoxiden der seltenen Erden und/oder aus einem oder mehreren

Aluminaten und/oder aus einem oder mehreren Silikaten und/oder aus einem oder mehreren Titanaten oder Titandioxiden.

Besonders bevorzugt ist die Verwendung von Kalziumaluminat, das ausschließlich oder in Kombination mit anderen Oxiden oder Mischoxiden eingesetzt werden kann.

Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn das Katalysatormaterial mit Promotoren modifiziert ist.

Insbesondere wird eine hohe Wirkung der erfindungsgemäßen Filterelemente erreicht, wenn das Katalysatormaterial mit katalytisch aktiven Edel- oder Nichtedelmetallen dotiert ist. Als Dotierungsmaterialien werden Platin, Palladium, Rhodium, Gold, Silber, Nickel, Kupfer, Mangan, Vanadium, Wolfram und/oder Kobalt bevorzugt.

Der Vorteil der Erfindung besteht auch darin, daß katalytisch aktive keramische Filterelemente erhalten werden, die hochtemperaturbeständig, aber dampffest und gegenüber Heteroelementverbindungen resistent sind. Daher können sie unmittelbar im heißen Rauch oder Abgasstrom angeordnet werden und gleichzeitig die Heißgasentstaubung sowie die totale Umwandlung von organischen Schadstoff- und Restkomponenten gewährleisten. Neben dem Gasreinigungseffekt wird damit auch dem Bilden von Dioxinen (DeNovo Synthese) die stoffliche Grundlage genommen.

Die katalytische Ausgestaltung der Filterelemente kann die bifunktionelle Wirkung des Katalysatorsystems, d.h. die Totaloxidation bzw. die thermisch-katalytische Spaltung, und damit folgende Reaktionen beinhalten, die vom jeweiligen verwendeten Katalysatormaterial bzw. ggf. verwendeten Dotierungsmaterial abhängen.

Katalytische Reduzierung von Stickoxiden, katalytisches Cracken von langkettigen Kohlenwasserstoffen, katalytischer Abbau von leicht verdampfbaren organischen Verbindungen, Totaloxidation von Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen usw.. Die katalytische Wirkung der Filterelemente ist jedoch auf diese Anwendungsbereiche nicht beschränkt.

Beispielhafte Ausführungsformen werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1        einen Vertikalschnitt durch eine Filterkerze gemäß einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 2        einen Horizontalschnitt durch eine Filterkerze gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 3        einen Vertikalschnitt durch eine Filterkerze gemäß einer dritten Ausführungsform,
- Fig. 4        einen Vertikalschnitt durch eine Filterkerze gemäß einer vierten Ausführungsform,
- Fig. 5        einen Vertikalschnitt durch einen Filterzylinder gemäß einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 6        einen Vertikalschnitt durch einen Filterzylinder gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 7        eine perspektivische Darstellung einer Filterkassette,

- Fig. 8        einen Vertikalschnitt durch eine Filterkassette gemäß Fig. 7 einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 9        einen Vertikalschnitt durch eine Filterkassette gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 10       einen Vertikalschnitt durch eine Filterscheibe gemäß einer ersten Ausführungsform und
- Fig. 11       einen Schnitt durch eine Filterscheibe gemäß einer zweiten Ausführungsform.

In der Fig. 1 ist ein Filterelement 1 in Form einer Filterkerze 2 im Vertikalschnitt dargestellt. Die Filterkerze 2 weist einen Formkörper 3 mit einer zylindrischen Umfangswand 4 und einer Bodenwand 5 auf. Im zylindrischen Innenraum ist ein poröser Formkörpereinsatz 7 in Form eines Innenrohres 7' eingesetzt, der einen Außendurchmesser aufweist, der kleiner ist als der Innendurchmesser der Umfangswand 4, so daß ein ringförmiger Zwischenraum verbleibt, der mit Katalysatormaterial 8 aufgefüllt ist. Damit das Katalysatormaterial 8 nicht herausfallen kann, wenn das Filterelement 1 beispielsweise transportiert wird, ist auf dem Öffnungsrand 15 des Filterelements 1 eine nichtporöse, dichte Abdeckscheibe 6 mit einer Ein- oder Auslaßöffnung 16 befestigt, die auch das Innenrohr 7 in seiner Position fixiert. Das Innenrohr 7 ist in eine ringförmige Ausnehmung 17 in der Bodenwand 5 eingesetzt und beispielsweise mit einem Kit oder Zement befestigt. Die Bodenwand 5 ist für das Unfiltrat undurchlässig.

Durch diese Anordnung wird eine teilweise Ausfüllung des Innenraums des Formkörpers 3 mit Katalysatormaterial 8 erzielt, das eine über den gesamten Umfang gleichmäßige Schichtdicke aufweist.

Ferner wird in der Fig. 1 gezeigt, daß das Filterelement 1 radial von außen angeströmt wird, so daß der das Filterelement 1 umgebende Raum den Unfiltratraum 11 bildet. Der zylindrische Strömungskanal 10 bildet den Filtratraum 12. Die Filterkerze 2 kann auch in umgekehrter Strömungsrichtung betrieben werden, wie dies beispielsweise in der Fig. 2 dargestellt ist, in der der Strömungskanal 10 den Unfiltratraum bildet und der die Filterkerze 2 umgebende Raum den Filtratraum 12 bildet.

In der Fig. 2 ist eine Filterkerze 2 dargestellt, deren Bodenwand 5' aus demselben porösen Material besteht wie die Umfangswand 4 und somit an der Filtration teilnimmt. Der Formkörpereinsatz 7 besteht bei dieser Ausführungsform ebenfalls aus einem Innenrohr 7'', das allerdings eine Bodenwand 9 aufweist. Der Formkörpereinsatz 7 stellt somit bezüglich Form und Abmessungen ein verkleinertes Abbild des Formkörpers 4 dar. Zwischen dem Formkörpereinsatz 7 und dem Formkörper 3 befindet sich ebenfalls ein Zwischenraum, der mit Katalysatormaterial 8 ausgefüllt ist. Bei dieser Ausführungsform befindet sich auch zwischen den beiden Bodenwänden 5' und 9 Katalysatormaterial 8. Auch bei dieser Ausführungsform ist die Schichtdicke des Katalysatormaterials 8 überall gleich groß, so daß das Filtrationsergebnis an allen filtrationswirksamen Bereichen der Filterkerze 2 gleich ist.

In der Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, in der in den Innenraum der Filterkerze 2 ein am Formkörper 3 anliegender formstabiler poröser Katalysatorkörper 14 eingesetzt ist. Der Katalysatorkörper hat die Gestalt eines beidseitig offenen Rohres. Wenn eine Filterkerze mit einem Formkörper gemäß der Fig. 2 verwendet wird, besitzt der Katalysatorkörper 14 ebenfalls eine Bodenwand. Der Katalysatorkörper 14 ist mit einem Kit, beispielsweise Hochtemperaturkit, oder Zement 13 an seinen Stirnseiten im Formkörper befestigt. Da der Katalysatorkörper 14 aus Katalysatormaterial oder aus mit Katalysatormaterial beschichtetem Material besteht, ist auch bei

dieser Ausführungsform der Innenraum des Formkörpers 3 teilweise mit Katalysatormaterial ausgefüllt.

In der Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, die sich von der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform lediglich dadurch unterscheidet, daß der Zwischenraum zwischen dem Formkörpereinsatz 7 und dem Formkörper 3 mit einem mit Katalysatormaterial beschichteten Material 8' ausgefüllt ist.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform, die ein Filterelement 1 in Form eines Filterzylinders 20 darstellt. Ein Filterzylinder 20 unterscheidet sich von einer Filterkerze 2 dadurch, daß es sich im Prinzip lediglich um einen Formkörper 3 in Gestalt eines zylindrischen Rohres handelt, das beidseitig offen ist. Dementsprechend ist der Formkörpereinsatz 7 ebenfalls als Innenrohr 7' ausgebildet. Damit das Katalysatormaterial 8 in dem zylindrischen Formkörper 3 fixiert wird, sind nichtporöse, dichte Abdeckelemente 6 vorgesehen, die im Bereich des Strömungskanal jeweils eine Öffnung 16 aufweisen. Das Innenrohr 7' besitzt dieselbe Länge wie der Formkörper 3.

In der Fig. 6 ist eine Ausführungsform eines Filterzylinders 20 dargestellt, die dem Aufbau einer Filterkerze gemäß der Fig. 3 entspricht.

In der Fig. 7 ist eine Filterkassette 30 perspektivisch dargestellt, die in der hier gezeigten Ausführungsform eine rechteckige Außenkontur aufweist. Am Öffnungsrand weist die Kassette einen umlaufenden Flansch 31 auf.

In der Fig. 8 ist ein Vertikalschnitt längs der Linie A-A durch die in Fig. 7 gezeigte Filterkassette 30 dargestellt. Die Filterkassette 30 weist einen Formkörper 3 auf, der die Gestalt eines einseitig geschlossenen Rohres aufweist. Dieser rohrförmige Formkörper 3 kann auch als kassettenförmig oder topfförmig bezeichnet werden. Er besitzt eine Umfangswand 32 und eine Bodenwand 33. Der Formkörpereinsatz 34 ist ein verkleinertes Abbild des



Formkörpers 3 und besitzt somit ebenfalls die Gestalt eines einseitig geschlossenen Rohres und kann auch als topf- oder kassettenförmig bezeichnet werden. In dem Zwischenraum zwischen Formkörper 3 und Formkörpereinsatz 34 ist ebenfalls Katalysatormaterial 8 angeordnet. Auf dem Flansch ist eine dichte Abdeckung 6 befestigt, die den Zwischenraum mit dem Katalysatormaterial abschließt und den Formkörpereinsatz 34 fixiert.

In der Fig. 9 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, die einen Katalysatorkörper 14' aufweist, der ebenfalls kassettenartig ausgebildet ist und ein verkleinertes Abbild des Formkörpers 3 darstellt.

In der Fig. 10 ist ein Filterelement 1 in Form einer Filterhohlscheibe 40 dargestellt, die einen scheibenförmigen Strömungskanal 10 aufweist. In den Innenraum ist ein scheibenförmiger Formkörpereinsatz 45 eingesetzt, der von Halteröhrchen 44 in seiner Position fixiert wird, so daß ein allseits gleicher Zwischenraum zwischen dem Formkörper 3 und dem Formkörpereinsatz 45 gebildet wird, der mit Katalysatormaterial 8 ausgefüllt ist. Die beiden mittig angeordneten Halteröhrchen bilden Ein- oder Auslaßöffnungen 46, je nachdem in welcher Weise das Filterelement betrieben wird.

In der Fig. 11 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, in der ein Katalysatorkörper 14'' eingesetzt ist, der ebenfalls scheibenförmig ausgebildet ist. Die Filterhohlscheibe 40 ist kreisförmig ausgebildet und besitzt Boden- und Deckwand 42,43 sowie eine kreisförmige Umfangswand 41 mit Ein- bzw. Auslaßöffnungen 46. Der Katalysatorkörper 14'', der in den scheibenförmigen Innenraum eingesetzt ist, umschließt den Strömungskanal 10 und ist in Gestalt und Abmessungen ein verkleinertes Abbildung des Formkörpers 3. Zur Befestigung des Katalysatorkörpers 14'' ist in den Ein- bzw. Auslaßöffnungen 46 ein Kit oder Zement angebracht.

### Bezugszeichen

1	Filterelement
2	Filterkerze
3	Formkörper
4	Umfangswand
5,5'	Bodenwand
6	nicht poröse, dichte Abdeckung
7	Formkörpereinsatz
7',7''	Innenrohr
8	Katalysatormaterial
8'	mit Katalysatormaterial beschichtetes hochporöses Material
9	Bodenwand des Innenrohrs
10	Strömungskanal
11	Unfiltratraum
12	Filtratraum
13	Hochtemperaturkit oder Zement
14,14''	formstabiler poröser Katalysatorkörper
14'	Katalysatorkassette
15	Öffnungsrand
16	Ein- oder Auslaßöffnung
20	Filterzylinder
30	Filterkassette
31	Flansch
32	Umfangswand
33	Bodenwand
34	Formkörpereinsatz
40	Filterhohlscheibe
41	Seitenwand
42	Bodenwand
43	Deckwand

- 44 nichtporöses, dichtes Röhrchen
- 45 formstabiler poröser Katalysatorkörper als Hohl­scheibe ausgeführt
- 46 Ein-/Auslaßöffnung

### Patentansprüche

1.     Filterelement mit einem porösen, formstabilen Formkörper, der einen Filtrat- oder Unfiltratraum bildenden Innenraum aufweist, **dadurch gekennzeichnet**,  
  
daß der Innenraum des Formkörpers (3) unter Freilassung eines Strömungskanals (10) teilweise mit Katalysatormaterial (8) oder mit Katalysatormaterial beschichtetem Material (8') ausgefüllt ist.
2.     Filterelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Innenraum beabstandet zur Wand des Formkörpers (3) ein poröser oder gelochter Formkörpereinsatz (7,7',7'') eingesetzt ist, der den Strömungskanal (10) freiläßt, und  
  
daß der Zwischenraum zwischen Formkörper (3) und Formkörpereinsatz (7,7',7'') mit einer Schüttung aus Katalysatormaterial (8) oder mit Katalysatormaterial beschichtetem Material (8') gefüllt ist.
3.     Filterelement nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Formkörpereinsatz (7,7',7'') aus einem keramischen Material, wie Aluminiumoxid, Siliziumkarbid, Titandioxid, Siliziumdioxid, Zirkoniumoxid, Kalziumaluminat oder Alumosilikaten besteht.
4.     Filterelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Formkörpereinsatz (7,7',7'') aus einem Metall, wie Edelstahl, Inconel oder Hastelloy besteht.
5.     Filterelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Formkörpereinsatz (7,7',7'') aus einem Kunststoff besteht.

6. Filterelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Innenraum ein am Formkörper (3) anliegender, formstabiler Katalysatorkörper (14,14',14'') eingesetzt ist, der den Strömungskanal (10) freiläßt und aus Katalysatormaterial oder aus mit Katalysatormaterial beschichteten Material besteht.
7. Filterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das unbeschichtete Material aus keramischen Fasern oder keramischen Schäumen besteht.
8. Filterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das unbeschichtete Material aus metallischen Fasern oder metallischen Schäumen besteht.
9. Filterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das unbeschichtete Material aus Kunststoff-Fasern oder -Schäumen besteht.
10. Filterelement mit einem zylindrischen oder rechteckigen Formkörper mit einem einseitig geschlossenen Innenraum nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Formkörpereinsatz (7,7',7'') ein ein- oder beidseitig offenes Rohr ist.
11. Filterelement mit einem zylindrischen oder rechteckigen Formkörper mit einem einseitig geschlossenen Innenraum nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Katalysatorkörper (14,14',14'') ein ein- oder beidseitig offenes Rohr ist.
12. Filterelement mit einem zylindrischen Formkörper mit einem beidseitig offenen Innenraum nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch**

**gekennzeichnet**, daß der Formkörpereinsatz (7,7',7'') ein beidseitig offenes Rohr ist.

13. Filterelement mit einem zylindrischen Formkörper mit einem beidseitig offenen Innenraum nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Katalysatorkörper (14,14',14'') ein beidseitig offenes Rohr ist.
14. Filterelement mit einem scheibenförmigen Formkörper, der eine Umfangswand sowie Boden- und Deckwand aufweist, die einen scheibenförmigen Innenraum umschließen, wobei in Boden- und Deckwand jeweils eine Ein- oder Auslaßöffnung vorgesehen ist, nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Formkörpereinsatz (7,7',7'') ein verkleinertes Abbild des scheibenförmigen Formkörpers (3) ist.
15. Filterelement mit einem scheibenförmigen Formkörper, der eine Umfangswand sowie Boden- und Deckwand aufweist, die einen scheibenförmigen Innenraum umschließen, wobei in Boden- und Deckwand jeweils eine Ein- oder Auslaßöffnung vorgesehen ist, nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Katalysatorkörper (14,14',14'') ein verkleinertes Abbild des scheibenförmigen Formkörpers (3) ist.
16. Filterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Katalysatormaterial aus einem oder mehreren Oxiden oder Mischoxiden der seltenen Erden und/oder aus einem oder mehreren Aluminaten und/oder aus einem oder mehreren Silikaten und/oder aus einem oder mehreren Titanaten oder Titandioxiden besteht.

17. Filterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Katalysatormaterial mindestens aus Kalziumaluminat besteht.
18. Filterelement nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Katalysatormaterial mit Promotoren modifiziert ist.
19. Filterelement nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Katalysatormaterial mit katalytisch aktiven Edel- oder Nichtedelmetallen dotiert ist.
20. Filterelement nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Katalysatormaterial mit Platin, Palladium, Rhodium, Gold, Silber, Nickel, Kupfer, Mangan, Vanadium, Wolfram und/oder Kobalt dotiert ist.

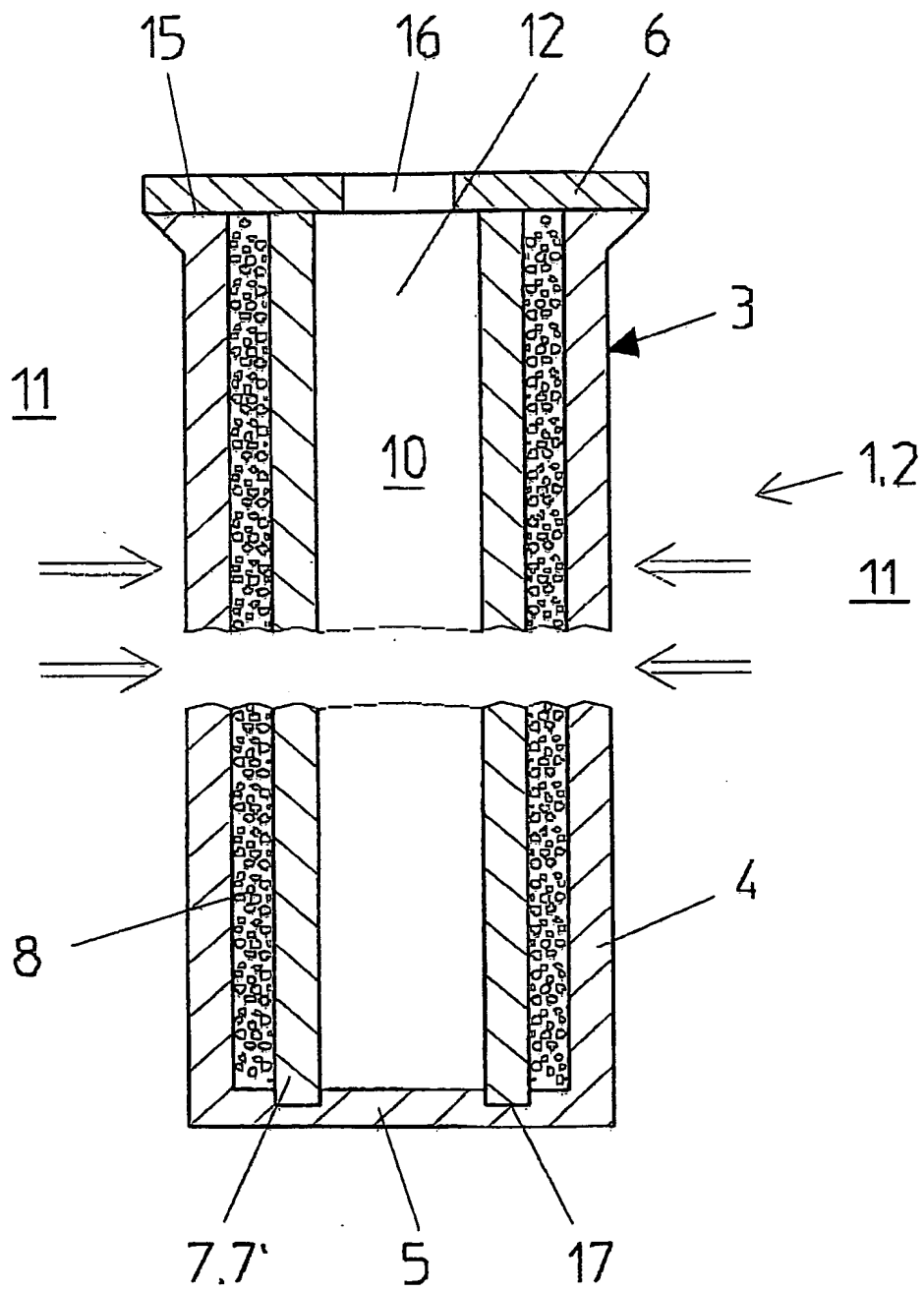


Fig. 1



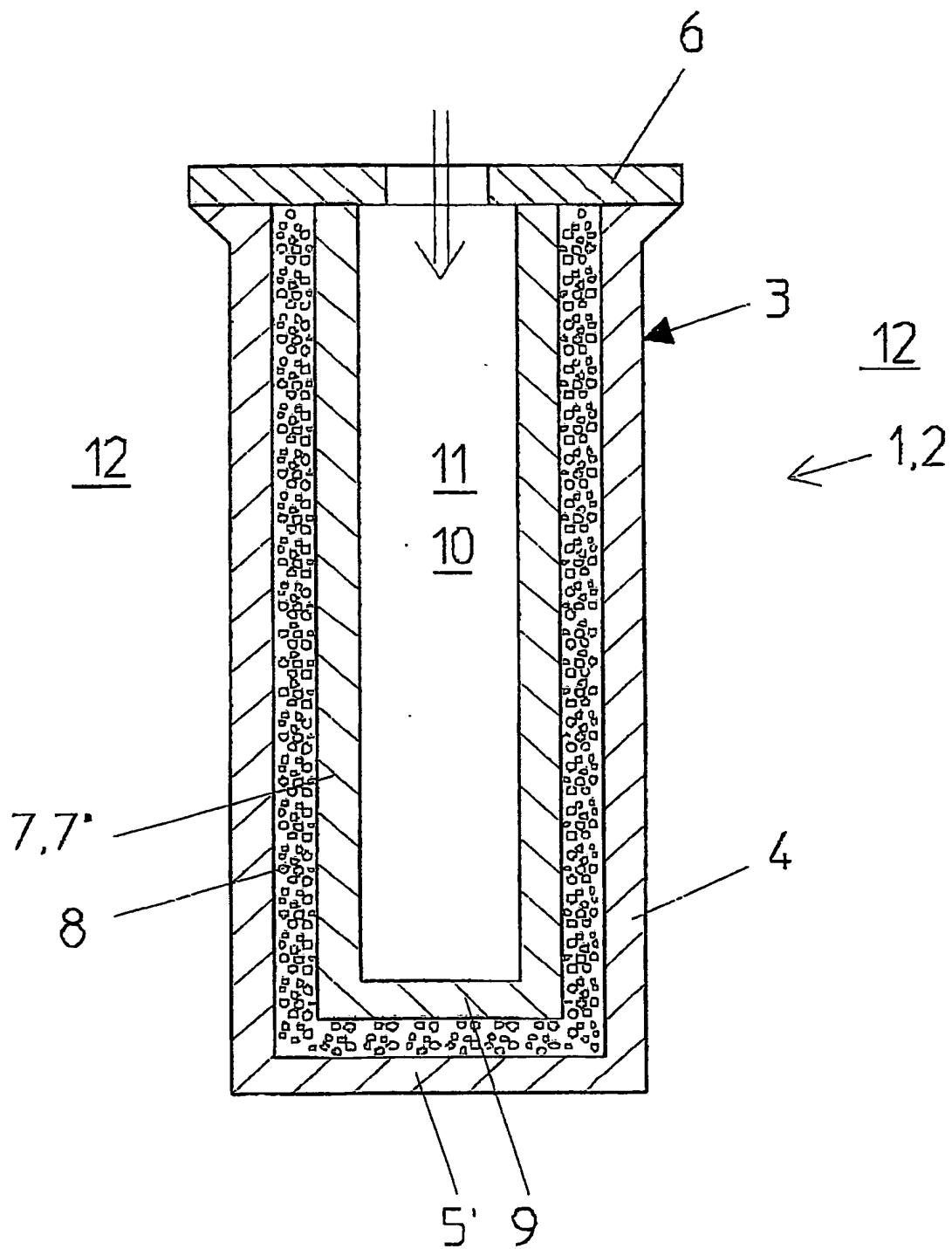


Fig. 2

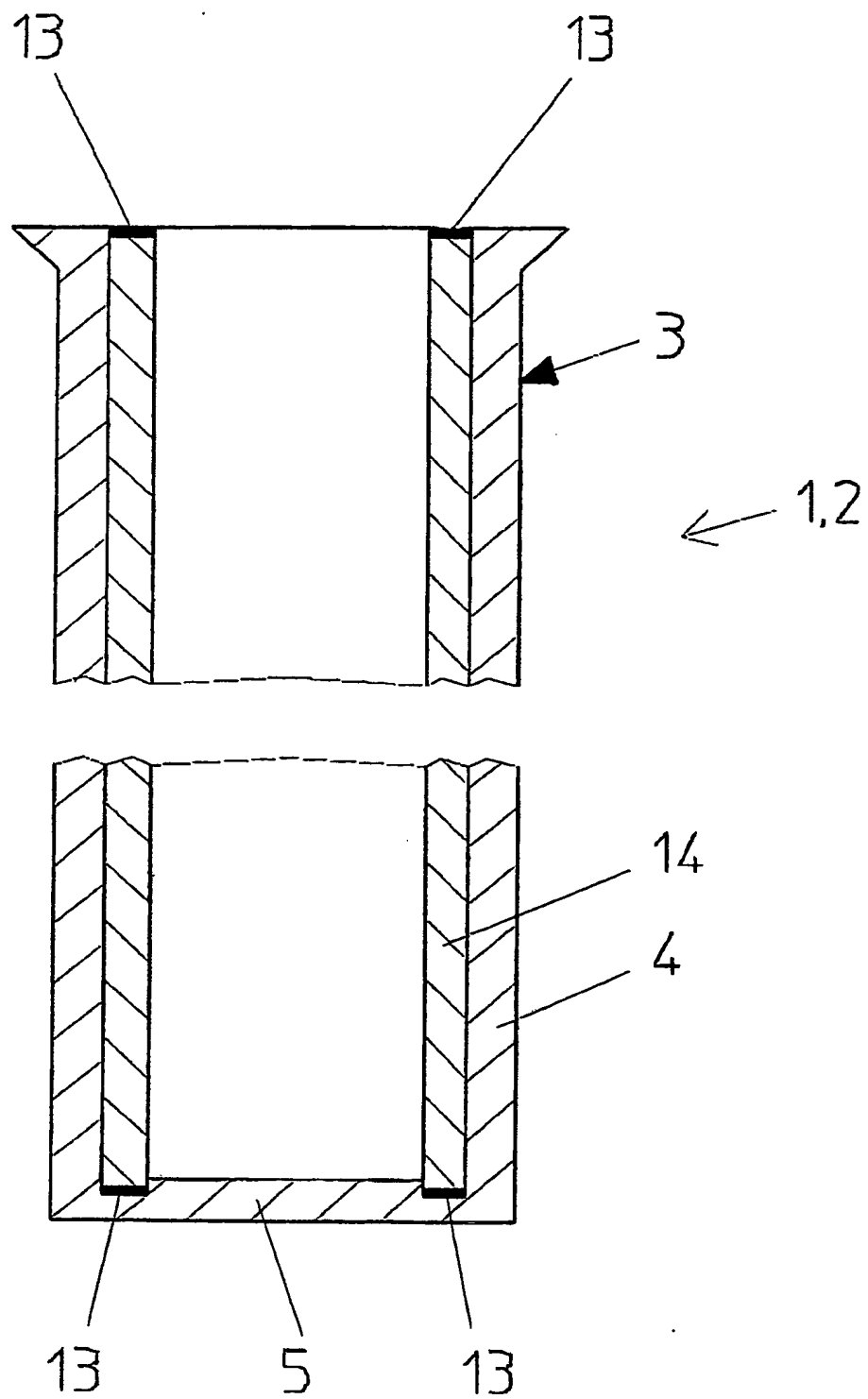


Fig. 3

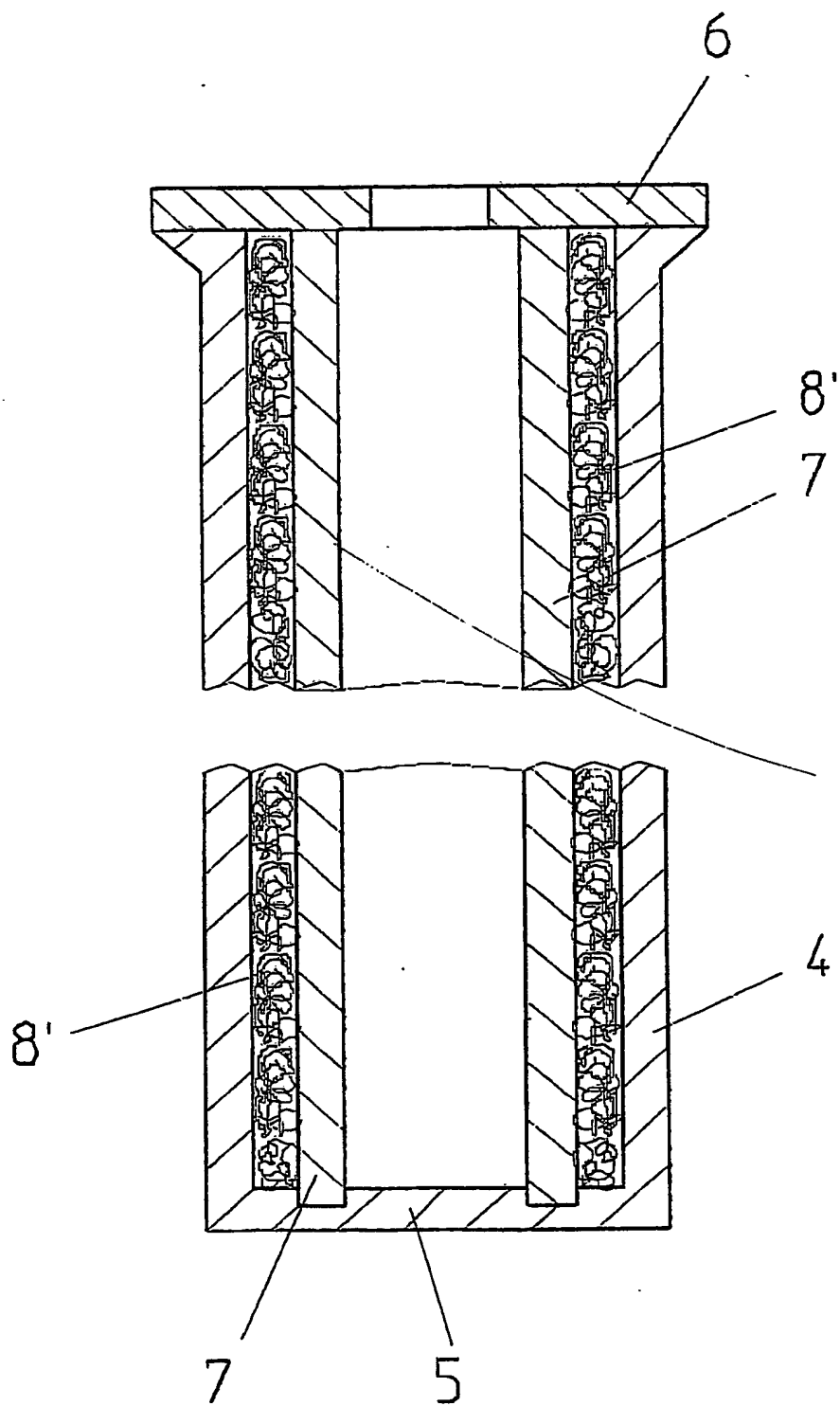


Fig. 4

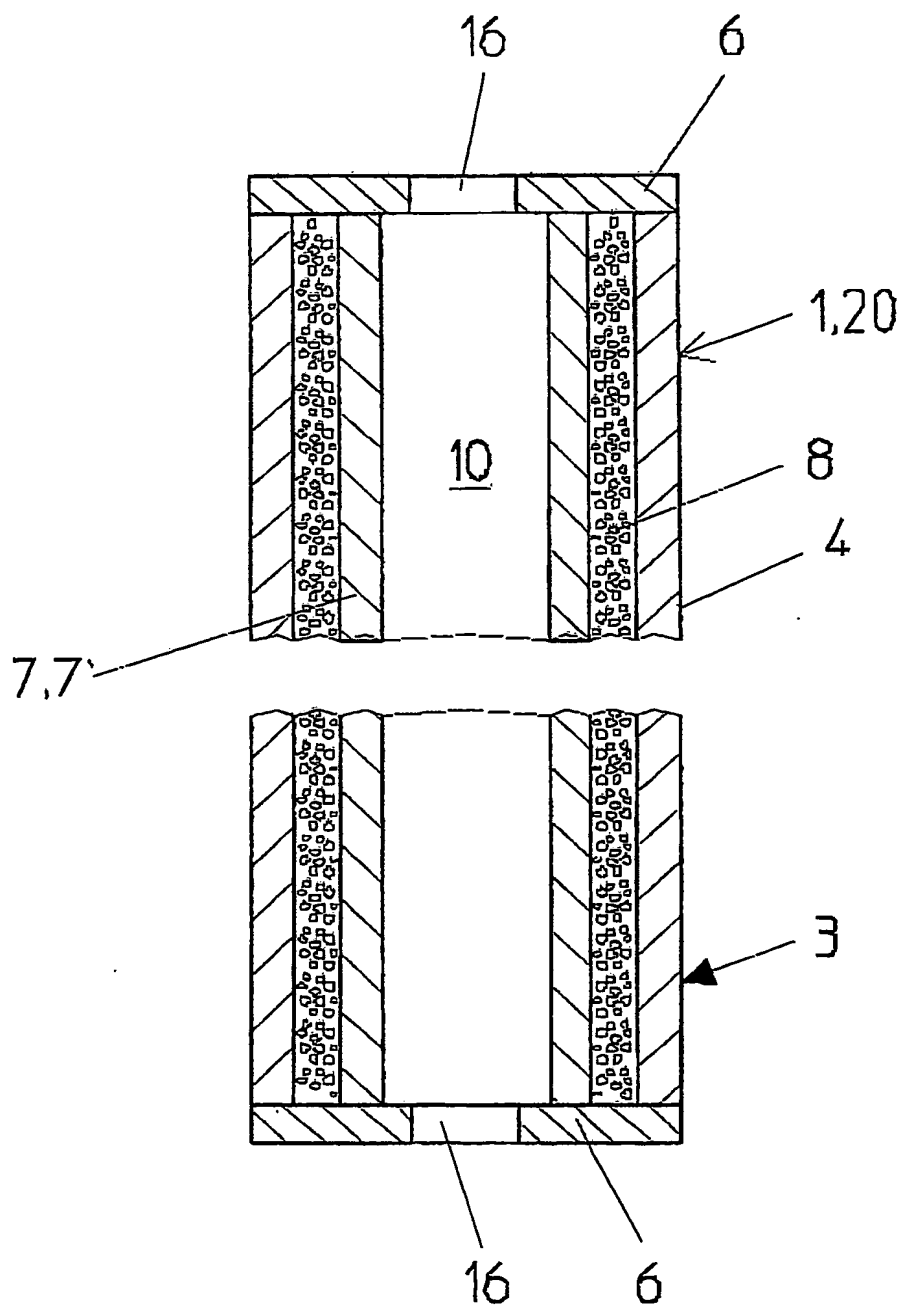


Fig. 5

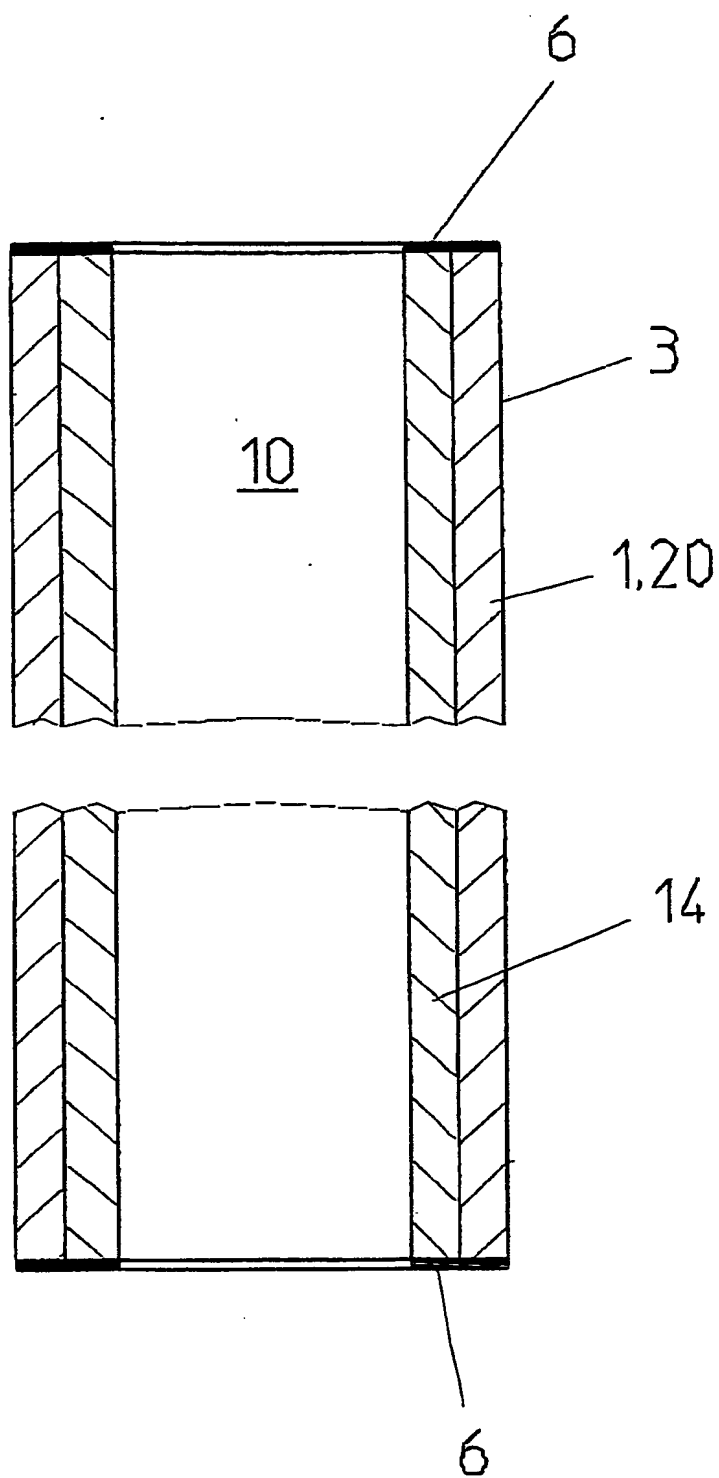


Fig. 6

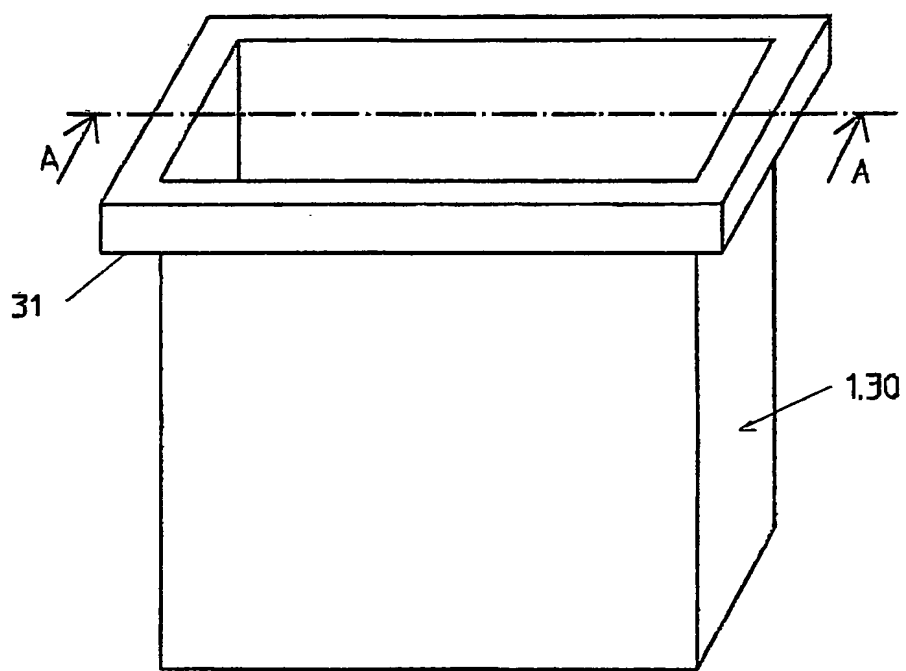


Fig. 7

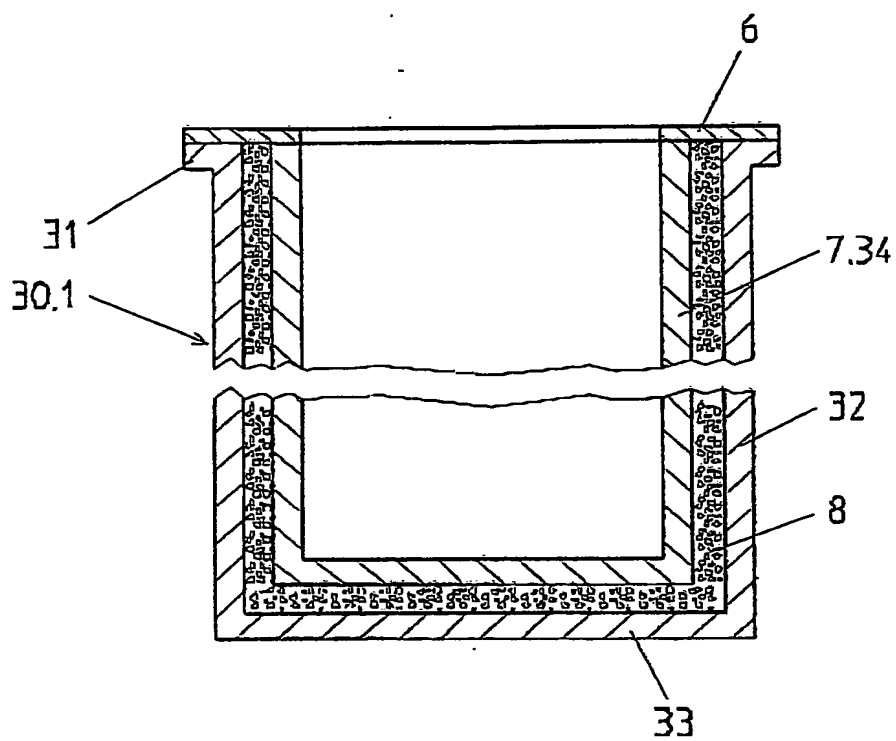


Fig. 8

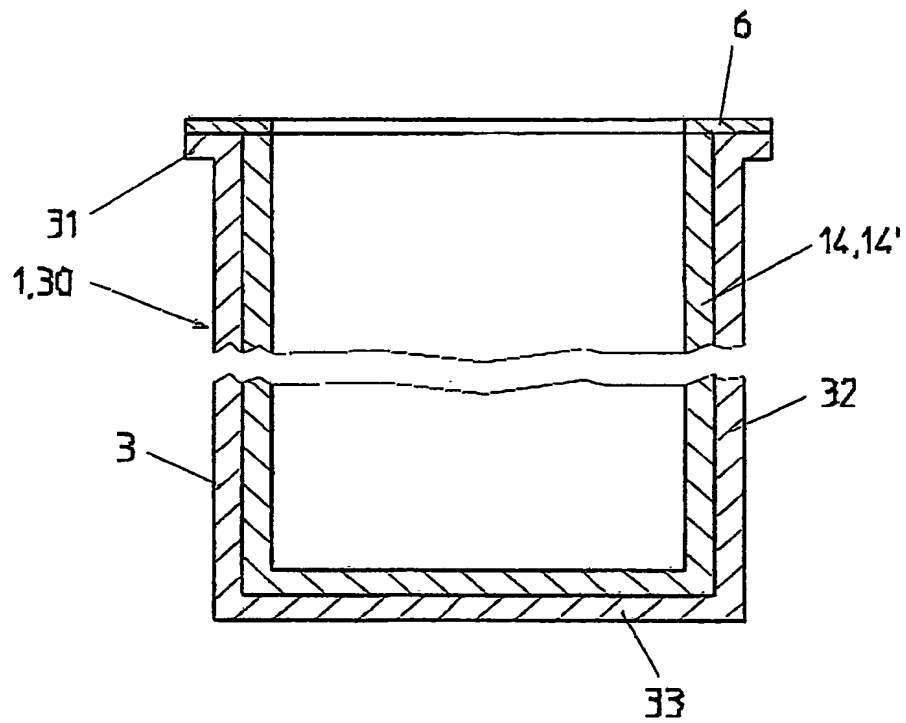


Fig. 9



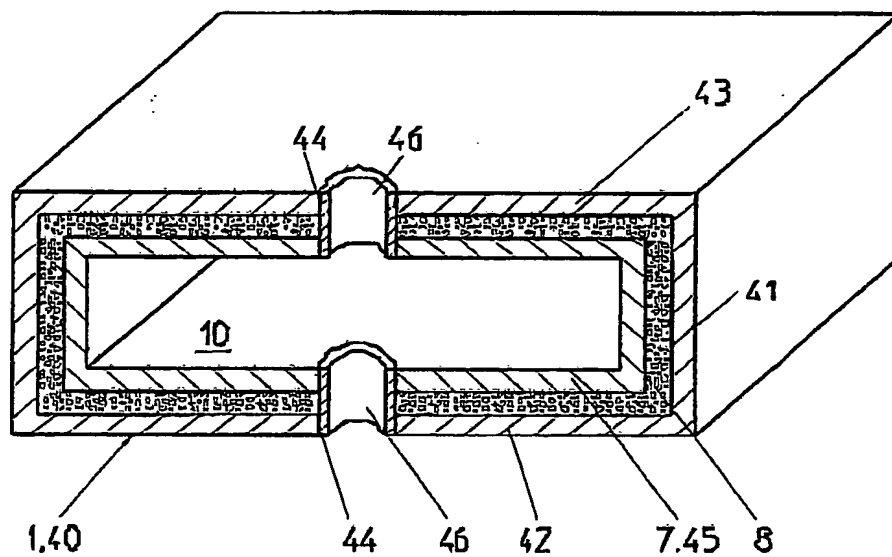


Fig. 10

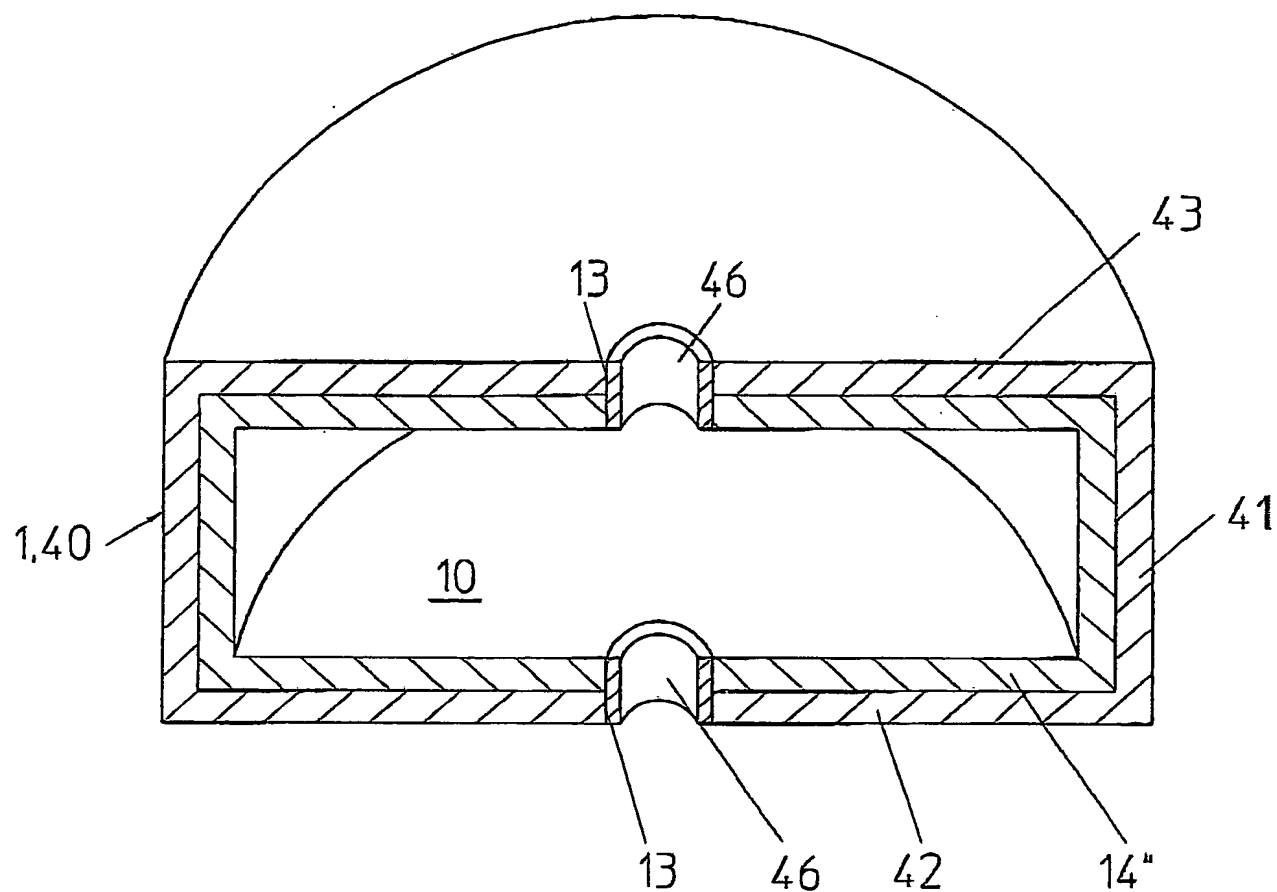


Fig. 11